

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Композитные конструкции в ракетно-космической технике |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космическая техника |
| Выпускающая кафедра | А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 4 | 8 | 4 | 144 | 65 | 39 | 0 | 26 | 79 | 0 | 0 | 79 | ЭКЗ. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И _____
ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Нилов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Ремшев Е.Ю., д.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Ремшев Е.Ю., д.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-4.1 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-4.1

знания:

методик и рациональных приемов изготовления изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов;

умения:

разрабатывать и оформлять техническую документацию на изделия ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов;

навыки:

применять технологии изготовления изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ФИЗИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И ДЕФЕКТОСКОПИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ, СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОЕДИНЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, МЕХАНИЧЕСКАЯ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ХИМИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ, РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА, ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ПК-4.1 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники
- ПК-4.2 — Способен разрабатывать и реализовывать концепции технологической подготовки и сопровождения производства композитных конструкций ракетно-космической техники
- ПК-4.3 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы сборки и испытаний композитных конструкций ракетно-космической техники
- ПК-4.4 — Способен обеспечивать функционирование производства ракетно-космической техники в соответствии с действующей конструкторской, технологической и нормативной документацией, техническое руководство производством ракетно-космической техники
- ПК-4.5 — Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |
|----------------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ПК-4.1 |
| 4 | 8 | Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей. 1. Общая характеристика волокнисто-армированных углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) 2. Типы углеродных армирующих волокон, используемых в УУКМ 3. Волокнистые армирующие структуры для УУКМ 3.1. Классификация КМ по схемам армирования 3.2. Многонаправленные армирующие структуры УУКМ 3.3. Хаотичные армирующие структуры УУКМ 4. Технологические методы и процессы получения УУКМ 4.1. Общая схема 4.2. Жидкофазные методы получения УУКМ 4.2.1. Общая характеристика 4.2.2. Карбонизация пропитанных или отвержденных заготовок 4.2.3. Графитизация карбонизированных заготовок 4.3. Газофазные методы получения УУКМ 4.3.1. Общая характеристика 4.3.2. Изотермический метод CVI 4.3.3. Термоградиентный метод CVI 4.3.4. Методы CVI с принудительной фильтрацией 4.4. Комбинированные методы получения УУКМ 4.5. Свойства УУКМ и пути их улучшения. | 58 | 23 | 15 | 8 | 35 | 50 |
| 4 | 8 | Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей. 1. Общая характеристика волокнисто-армированных керамоматричных композитов (КМК) 2. Типы армирующих волокон, используемых в КМК 2.1. Непрерывные керамические волокна для КМК 2.1.1. Карбидокремниевые волокна 2.1.2. Тутоплавкие оксидные волокна 2.2. Нитевидные монокристаллы 2.3. Углеродные волокна 3. Технологические методы и процессы получения КМК 3.1. Общая схема получения изделий из КМК 3.2. Твердофазные методы 3.3. Жидкофазные методы 3.3.1. Пропитка расплавом матрицы 3.3.2. Метод, основанный на пиролизе органометаллических полимеров 3.3.3. Метод жидкофазного силицирования 3.3.4. Золь-гель технологии 3.4. Газо- и парофазные методы получения КМК 3.4.1. Газофазные методы 3.4.2. Получение КМК с карбидокремниевой матрицей методом парофазного силицирования 3.5. Сравнение разных методов получения КМК. | 86 | 42 | 24 | 18 | 44 | 50 |
| Всего за 8 семестр | | | 144 | 65 | 39 | 26 | 79 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 65 | 39 | 26 | 79 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|-------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей. | Углеродные волокна 1. Общие представления о структуре углеродных волокон 2. Методы производства углеродных волокон 3. Классификация и свойства основных типов углеродных волокон. | 4 |
| 2 | | Применение УУКМ 1. УУКМ в ракетно-космической и авиационной технике 2. УУКМ в высокотемпературном оборудовании 3. УУКМ в медицине | 4 |
| 3 | Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей. | Оценка физико-механических и теплофизических характеристик КМК 1. Физико-механические свойства КМК при повышенных температурах 2. КМК с повышенными теплофизическими свойствами 3. Показатели тепловой излучательной способности КМК | 5 |
| 4 | | Раздвижные и неохлаждаемые насадки сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК 1. Основные проблемы создания раздвижных и неохлаждаемых насадок сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК 2. Современный опыт и основные тенденции создания раздвижных и неохлаждаемых насадок сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК | 5 |
| 5 | | Корпуса ЖРД малой тяги из КМК 1. Основные проблемы создания корпусов ЖРД малой тяги из КМК 2. Современный опыт и основные тенденции создания корпусов ЖРД малой тяги из КМК | 4 |
| 6 | | Элементы ракетно-космической техники из КМК 1. Элементы теплозащиты и внешние конструктивные элементы многоразовых космических летательных аппаратов и | 4 |

| | | |
|---------------------------|---|----|
| | гиперзвуковых летательных аппаратов 2. Развертываемые теплозащитные экраны и тормозные устройства космических летательных аппаратов 3. Управляющие закрылки из КМК 4. Жаростойкие элементы трения и крепления | |
| Всего за 8 семестр | | 26 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|---------------------------|--|---|--------------|
| 1 | Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей. | 1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм | 35 |
| 2 | Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей. | 1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм | 44 |
| Всего за 8 семестр | | | 79 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|------------|---|------------|---|----|---|------------|---|----|----|----------------------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 8 | | Отч. по ПЗ | | Отч. по ПЗ | | ДР | | Отч. по ПЗ | | ДР | | Отч. по ПЗ, Реф, Вопр. Экз | |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Реф – реферат;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- реферат;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
2. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с углеродной матрицей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 50 экз.
3. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 41 экз.
4. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с керамической матрицей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 36 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Деформация и разрушение материалов;
3. Естественные и технические науки;
4. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
5. Металловедение и термическая обработка металлов.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Google Chrome;
2. Adobe Reader;
3. КОМПАС-3D V17;
4. DjVuReader;
5. Mathcad Education - University Edition Term;
6. Matlab 2015a SP1;
7. Microsoft Office;
8. PTC Mathcad Prime 5.0;
9. SolidWorks 2015 R5;
10. WinDjView.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Образцы изделий из композиционных материалов;
2. Проектор;
3. Металлографический микроскоп;
4. Твердомеры Роквелла;
5. Микро-твердомер ПМТ-3;
6. Стенд на основе моделей для отливок и отливок, полученных по технологическим процессам литейного производства;
7. Плакаты, образцы сварных изделий;
8. Макеты ЖРД (РД-107, 8Д44, 5Д12, РД-253);
9. Google Chrome;
10. Adobe Reader;
11. КОМПАС-3D V17;
12. DjVuReader;
13. Mathcad Education - University Edition Term;
14. Matlab 2015a SP1;
15. Microsoft Office;
16. PTC Mathcad Prime 5.0;
17. SolidWorks 2015 R5;
18. WinDjView.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-4.1 Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологией производства изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- реферат;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**39 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**79 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 65 ч. аудиторных занятий, и 79 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|---|---|--------------------|
| Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей. | | |
| 1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм | В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с углеродной матрицей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1, 2, 3,4) | 35 |
| Итого по разделу 1 | | 35 |
| Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей. | | |
| 1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм | В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2, 3) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с керамической матрицей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1, 2, 3) | 44 |
| Итого по разделу 2 | | 44 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- реферат;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Реферат

Объем реферата – не менее 15 стр. Обязательно использование не менее 3 отечественных источников, опубликованных в последние 10 лет, и справочных правовых систем (КонсультантПлюс, ГАРАНТ и др.).

По структуре реферата и удельному весу его частей рекомендуется иметь (в листах): титульный лист (1), введение (1), основная часть (при необходимости с подразделением на разделы и подразделы) (4-13), заключение (1), список использованных источников (1).

Критерии оценивания

- соответствие содержания заявленной теме и поставленным вопросам – 3 балла;
- способность к работе с литературными источниками, интернет - ресурсами, правовой, справочной и энциклопедической литературой – 2 балла;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, направленных на раскрытие поставленных вопросов, входящих в содержание реферата – 2 балла;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т. д) - 1,5 балла;
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформлению правилам компьютерного набора текста) – 1,5 балла

Реферат признается выполненным при его оценке не ниже 6 баллов.

Темы рефератов представлены в УМК дисциплины

Отчет по практическому заданию

Перечень практических заданий входит в УМК дисциплины

Отчет по практической работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если отчет оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями и студент отвечает на поставленные вопросы, преподаватель принимает практическую работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации

Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену содержит 40 позиций по всем 2 разделам курса дисциплины

Экзамен

Экзамен ставится при условии сдачи всех практических работ и промежуточных аттестаций.

Экзамен проходит в форме ответов на вопросы при собеседовании с преподавателем.

Критерий оценивания ответов студента:

- менее 60% правильных ответов - оценка неудовлетворительно;
- не менее 60% правильных ответов - оценка удовлетворительно;

- не менее 80% правильных ответов - оценка хорошо;
- не менее 90% правильных ответов - оценка отлично.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ПК-4.1 | | |
| 4 | 8 | Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей. | 58 | 23 | 15 | 8 | 35 | 50 | Отчет по практическому заданию, Вопросы к экзамену, Реферат | |
| 4 | 8 | Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей. | 86 | 42 | 24 | 18 | 44 | 50 | Отчет по практическому заданию, Вопросы к экзамену, Реферат | |
| Всего за 8 семестр | | | 144 | 65 | 39 | 26 | 79 | 100 | | |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 65 | 39 | 26 | 79 | 100 | | |

Оценочные материалы по дисциплине ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПК-4.1 - Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое «сухой» способ намотки?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое «мокрый» способ намотки?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Какие методы получения КМК с SiC-матрицей проводятся по
- 1 - жидкофазной технологии
 - 2 - газофазной технологии
- A. CVI
- B. CVD
- B. PIP
- Г. LSI
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Какие газофазные прекурсоры применяются для высоко температурных _____ покрытий
1. SiC
 2. Si₃N₄
- A) Полиметилсилан
- Б) Поликарбосилан
- В) Полигидридосилазан
- Г) Полиметил силазан
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Расставить типы смол по мере возрастания их коксового числа при их пиролизе
- 1.. Фенолформальдегидные смолы
 - 2.. Термопластичные пеки
 - 3.. Полиимидные смолы
 4. Эпоксидные смолы
 5. Полиэфирные смолы
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Расставить по мере возрастания прочностных свойств однотипных КМК, полученных по соответствующим технологиям
1. CVI
 2. PIP
 3. LSI
 4. CVI+PIP

- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Существует следующее количество методов получения КМК с SiC-матрицей по жидкофазной технологии
- А. 1
 - Б. 2
 - В. 3
 - Г. 4
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
SiC-волокна получают следующими методами (укажите лишнее)
- А. газофазного осаждения на углеродное волокно
 - Б. газофазного осаждения на вольфрамовое волокно
 - В. пиролизом волокон на основе органометаллического связующего
 - Г. горячего формования из карбидокремниевых порошков
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Самую низкую пористость имеют КМК, полученные по технологии
- А. CVI
 - Б. PIP
 - В. LSI
 - Г. CVI+PIP
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Высокотемпературная обработка УУКМ нужна для
- А. уплотнения матрицы
 - Б. вскрытия пор
 - В. повышения конечной прочности
 - Г. Повышения модуля Юнга
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Для УУКМ с температурами их эксплуатации более 1500 °С используют следующие жаростойкие покрытия
- А. боридо-металлические
 - Б. стеклосилицидные на основе дисилицида молибдена и боросиликатного стекла
 - В. карбидокремниевые
 - Г. боридокарбидные
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Для получения керамоматричных КМ с SiC-матрицей используют
- А. углеродные волокна

Б. молибденовые волокна

В. карбидокремниевые волокна

Г. сапфировые волокна